

Rotary kiln.

Patent number: EP0579987

Publication date: 1994-01-26

Inventor: WURZ DIETER PROF DR-ING (DE); CHRISTMANN ARVID (DE); SCHETTER GEBHARD DR-ING (DE); SCHINGS WILFRIED (DE); SCHNEIDER DIETMAR DR-ING (DE); TRUMPF RUEDIGER (DE)

Applicant: BABCOCK ANLAGEN GMBH (DE)

Classification:

- **international:** F23G5/16; F23G5/20; F27B7/36; F23G5/16; F23G5/20; F27B7/20; (IPC1-7): F23G5/20; F23G5/16; F27B7/36

- **european:** F23G5/16; F23G5/20; F27B7/36A

Application number: EP19930110401 19930630

Priority number(s): DE19924224571 19920724

Also published as:

US5286200 (A1)

DE4224571 (A1)

EP0579987 (B1)

Cited documents:

EP0353491

DE3826894

US3360250

Report a data error here

Abstract not available for EP0579987
Abstract of correspondent: US5286200

A rotary kiln with primary air feed at the end wall of the rotary kiln is distinguished by the feature that at least two primary air nozzles are oriented relative to each other and to the fuel bed so that two oppositely directed vortices are generated within the rotary kiln, the axes of rotation of said vortices extending substantially parallel to the axis of the rotary kiln and said vortices rotating about said axes of rotation so as to promote the thermal convection-induced motion of the combustion gases.

A rotary kiln with primary-air introduction on the end wall of the rotary tube is characterised in that at least two primary-air nozzles are directed in relation to one another and to the fuel bed in such a manner that two swirls running in opposite directions are created in the rotary tube, the axes of rotation of which run essentially parallel to the axis of the rotary tube and which rotate about these axes of rotation in such a manner that they support the thermal-induced movement of the combustion gases.

The diagram is a cross-sectional view of a rotary kiln, labeled with Roman numeral IV. It shows a horizontal cylindrical tube with a helical internal structure. At the left end wall, there are two air nozzles, labeled 20 and 22, which are angled towards the center of the tube. Arrows indicate the flow of air from these nozzles into the tube. Inside the tube, two large, oppositely directed vortices are shown, with their axes of rotation indicated by dashed lines and arrows. The vortices are labeled with Roman numeral I. The tube is supported by a frame, with labels 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 246, 248, 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264, 266, 268, 270, 272, 274, 276, 278, 280, 282, 284, 286, 288, 290, 292, 294, 296, 298, 300, 302, 304, 306, 308, 310, 312, 314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328, 330, 332, 334, 336, 338, 340, 342, 344, 346, 348, 350, 352, 354, 356, 358, 360, 362, 364, 366, 368, 370, 372, 374, 376, 378, 380, 382, 384, 386, 388, 390, 392, 394, 396, 398, 400, 402, 404, 406, 408, 410, 412, 414, 416, 418, 420, 422, 424, 426, 428, 430, 432, 434, 436, 438, 440, 442, 444, 446, 448, 450, 452, 454, 456, 458, 460, 462, 464, 466, 468, 470, 472, 474, 476, 478, 480, 482, 484, 486, 488, 490, 492, 494, 496, 498, 500, 502, 504, 506, 508, 510, 512, 514, 516, 518, 520, 522, 524, 526, 528, 530, 532, 534, 536, 538, 540, 542, 544, 546, 548, 550, 552, 554, 556, 558, 560, 562, 564, 566, 568, 570, 572, 574, 576, 578, 580, 582, 584, 586, 588, 590, 592, 594, 596, 598, 600, 602, 604, 606, 608, 610, 612, 614, 616, 618, 620, 622, 624, 626, 628, 630, 632, 634, 636, 638, 640, 642, 644, 646, 648, 650, 652, 654, 656, 658, 660, 662, 664, 666, 668, 670, 672, 674, 676, 678, 680, 682, 684, 686, 688, 690, 692, 694, 696, 698, 700, 702, 704, 706, 708, 710, 712, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 728, 730, 732, 734, 736, 738, 740, 742, 744, 746, 748, 750, 752, 754, 756, 758, 760, 762, 764, 766, 768, 770, 772, 774, 776, 778, 780, 782, 784, 786, 788, 790, 792, 794, 796, 798, 800, 802, 804, 806, 808, 810, 812, 814, 816, 818, 820, 822, 824, 826, 828, 830, 832, 834, 836, 838, 840, 842, 844, 846, 848, 850, 852, 854, 856, 858, 860, 862, 864, 866, 868, 870, 872, 874, 876, 878, 880, 882, 884, 886, 888, 890, 892, 894, 896, 898, 900, 902, 904, 906, 908, 910, 912, 914, 916, 918, 920, 922, 924, 926, 928, 930, 932, 934, 936, 938, 940, 942, 944, 946, 948, 950, 952, 954, 956, 958, 960, 962, 964, 966, 968, 970, 972, 974, 976, 978, 980, 982, 984, 986, 988, 990, 992, 994, 996, 998, 1000. The diagram is labeled with Roman numeral IV at the bottom.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 579 987 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 93110401.2

51 Int. Cl.⁵: **F23G 5/20, F23G 5/16,
F27B 7/36**

22 Anmeldetag: 30.06.93

30 Priorität: 24.07.92 DE 4224571

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.01.94 Patentblatt 94/04

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE DK ES FR GB IT NL SE

71 Anmelder: **DEUTSCHE BABCOCK ANLAGEN
GmbH**
Postfach 4
D-46003 Oberhausen(DE)

72 Erfinder: **Wurz, Dieter, Prof. Dr.-Ing.**
Gartenweg 7
D-76530 Baden-Baden(DE)
Erfinder: **Christmann, Arvid**
Im Schildchen 30
D-50259 Pulheim(DE)
Erfinder: **Schetter, Gebhard, Dr.-Ing.**
Asterweg 8
D-70771 Leinfelden-Echterdingen(DE)
Erfinder: **Schings, Wilfried**
Romgesweg 22
D-46049 Oberhausen(DE)
Erfinder: **Schneider, Dietmar, Dr.-Ing.**
Reichswaldallee 35a
D-40472 Düsseldorf(DE)
Erfinder: **Trumpf, Rüdiger**
Süthers Garten 17
D-45130 Essen(DE)

74 Vertreter: **Planker, Karl Josef, Dipl.-Phys.**
Babcock-BSH AG
vormals Büttner-Schilde-Haas AG,
Postfach 6
D-47811 Krefeld (DE)

EP 0 579 987 A1

54 **Drehrohröfen.**

57 Ein Drehrohröfen mit Primärlufteinleitung an der Stirnwand des Drehrohres zeichnet sich dadurch aus, daß mindestens zwei Primärluftdüsen so zueinander und zum Brennstoffbett gerichtet sind, daß zwei gegenläufige Wirbel im Drehrohr entstehen, deren Drehachsen im wesentlichen parallel zur Achse des Drehrohres verlaufen und die so um diese Drehachsen drehen, daß sie die thermikinduzierte Bewegung der Brenngase unterstützen.

Sondermüll wird bevorzugt in Drehrohröfen verbrannt. Die Verbrennungsgase aus dem Drehrohr werden in eine Nachbrennkammer eingeleitet, wo sie in Übereinstimmung mit gesetzlichen Vorgaben eine Mindestzeit auf einem bestimmten Temperaturniveau verweilen müssen.

Die Figuren 1 und 2 zeigen in einem schematischen Längsschnitt und in einem Querschnitt nach der Linie II-II in Figur 1 ein Beispiel einer derartigen Verbrennungsanlage nach dem Stand der Technik.

Fester und pastöser Abfall wird über eine Einlaufschurre 2 bzw. in Gebinden an der feststehenden Stirnfläche 4 des Drehrohröfens 1 über den Einlaßquerschnitt 3 aufgegeben. Flüssige Reststoffe werden ebenfalls über diese Stirnfläche 4 zugeführt. Flüssige Reststoffe mit höherem Heizwert sowie kontaminierte Abwässer werden darüberhinaus in eine Nachbrennkammer 6 eingedüst. Eine zuverlässige Zerstäubung in möglichst kleine Tropfen ist hier von großer Bedeutung, damit nicht wesentliche Anteile der Verweilzeit in der Nachbrennkammer für den Prozeß der Tropfenverdunstung verbraucht werden.

Für den Verbrennungsprozeß im Drehrohröfen 1 sind Menge und Art der Zuführung der Verbrennungsluft von erheblicher Bedeutung. Bisher wurde die Verbrennungsluft über die Einlaufschurre 2 für den Festbrennstoff bzw. über ein Düsensystem in das Drehrohr 8 des Drehrohröfens 1 eingeleitet. Die Strömungsgeschwindigkeit der eingetretenen Primärluft über die Einlaufschurre 2 ist dabei relativ gering, so daß auch nur wenig Energie für die Anfachung der Turbulenz zur Verfügung steht. Ferner hat der Strömungsimpuls der beiden Arten der Primärlufteinleitung eine starke Komponente in Richtung Drehrohrachse A, so daß Teilmengen der Rauchgase das Drehrohr relativ schnell durchlaufen können, auch wenn im stirnwandnahen Bereich des Drehrohröfens ein impulschwaches Rückstromgebiet erzeugt wird. Hieraus resultiert ein unzureichender gaseitiger Ausbrand im Drehrohr 8, der eine intensive Nachverbrennung in der Nachbrennkammer 6 erforderlich macht. Darüber hinaus drückt bei dieser Art der Primärluftzufuhr die Luft von oben in Richtung des Pfeiles F auf das Brennstoff- oder Feuerbett 10. Die Rauchgase werden dadurch im vorderen Bereich des Drehrohres gezwungen, seitlich im Drehrohr aufzusteigen. Hieraus resultieren zwei schwach ausgeprägte und schnell zerfallende gegenläufige Wirbel 12, 14. Dem natürlichen Flammenverhalten mit der Entwicklung einer ebenfalls turbulenz erzeugenden Thermik, die in der Mittelebene des Drehrohres nach oben in Richtung des Pfeiles T aufsteigt, wird dadurch entgegengewirkt, denn die Thermik induziert zwar auch ein Wirbelpaar 13, 15, jedoch mit gegenläufiger Drehrichtung zum Wirbelpaar 12, 14, welches durch die Primärluftzufuhr erzeugt wird.

Bekanntermaßen sind im Hinblick auf einen erwünschten weitestgehenden Ausbrand der Reststoffe Temperatur, Verweilzeit und Turbulenz von entscheidender Bedeutung. Betrachtet man die Vorgänge von einem oberflächlichen Standpunkt ohne ausreichenden Einblick in die wesentlichen physikalischen und chemischen Prozeßabläufe aus, könnte man zu dem Ergebnis kommen, daß eine erhöhte Turbulenz das Einhalten einer erforderlichen Verweilzeit behindert; dies deshalb, weil bei einem idealen Rührkessel mit intensiver Turbulenz Teilmengen des eingebrachten Stoffes bereits nach einer beliebig kurzen Verweilzeit den Reaktionsraum durchlaufen haben.

Im Hinblick auf das Erzielen eines vollständigen Abbrandes kommt auch dem Austrag größerer Partikel aus Drehrohröfen und Nachbrennkammer eine große Bedeutung zu. Da grobe Partikel relativ langsam ausbrennen, sollte deren Austrag aus dem Drehrohr weitestgehend unterbunden werden. Richtet man einen Primärluftstrahl höherer Geschwindigkeit auf den vorderen Abschnitt des Brennstoffbettes, können große Feststoffpartikel verstärkt aufgewirbelt und aus dem Drehrohr ausgetragen werden. Auch dies sollte unterbunden werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen möglichst weitgehenden Abbrand der Reststoffe sowohl in der Gasphase als auch im Brennstoffbett sicherzustellen.

Diese Aufgabe ist durch Anspruch 1 gelöst.

Die Erfindung schlägt somit eine neuartige Primärluftzufuhr vor. Während bislang die Primärluftzufuhr der natürlichen Konvektion im Drehrohr entgegenwirkte, wird mit der neuartigen Primärluftzufuhr nach der Erfindung die natürliche, das heißt die thermikinduzierte Konvektion angefacht.

Dem liegt die Einsicht zugrunde, daß Turbulenz zwar durchaus einen sehr positiven Einfluß auf den Verbrennungsprozeß ausübt, daß jedoch primär ein Queraustausch bezogen auf die Achslage in Drehrohröfen und Nachbrennkammer, anzustreben ist, während eine intensive grobskalige Turbulenz in Längsrichtung nachteilige Folgen hat. Wenn hier demnach summarisch von der positiven Wirkung der Turbulenz gesprochen wird, so impliziert dies immer, daß man von einer grobskaligen Turbulenz in Querrichtung zur Drehrohr- bzw. Nachbrennkammer-Achse ausgeht, während der mittel- und feinskaligen Turbulenz, die zwangsläufig auch starke koaxiale Komponenten aufweist, keine bevorzugte Richtung zukommt.

Die Prozesse, die normalerweise erst in der Nachbrennkammer ablaufen, werden bei Einsatz eines Drehrohrsystems nach der Erfindung weitgehend schon im Drehrohr abgeschlossen, so daß der Nachbrennkammer nur noch die Funktion einer Reaktionsreservezone zukommt. Dadurch ist eine Betriebsweise mit geringem Sauerstoffgehalt bei

intensivierter Durchmischungsrate möglich, wodurch ein verbessertes Temperatur-Verweilzeitprofil erzeugt wird. Dies ermöglicht es, den Einsatz höherwertiger Brennstoffe weitgehend zu reduzieren. Das Konzept der Erfindung läßt sich in der Kurzformel

"Drehrohrofensystem mit Verbrennungsluftführung im Doppelwirbel zur integrierten Nachverbrennung gasförmiger Schadstoffe" zusammenfassen.

Da der Antriebsmechanismus, der durch die Flammenthermik ins Spiel kommt, erst zum stirnwandfernen Ende des Drehrohres hin abnimmt, wirkt ein in der Nähe der Stirnwand des Drehrohres durch gegenläufige tangentiale Primärlufteinleitung erzeugtes und mit der thermikinduzierten Wirbelströmung gleichsinnig drehendes Wirbelpaar trotz Wandreibung wesentlich intensiver als ein gegenläufig zu dem thermikerzeugten Wirbelpaar drehendes Wirbelpaar oder als ein einziger Wirbel.

Durch die Erzeugung des Wirbelpaares wird auch eine kleinräumige intensive Rückmischung heißer Verbrennungsgase in den Stirnwandbereich erzielt. Hierdurch wird die Zündung des zu verbrennenden Reststoffes begünstigt.

Durch die Primärluftzufuhr nach der Erfindung wird die Vermischung im Drehrohr wesentlich verbessert, und zwar im wesentlichen durch einen Lateraleffekt. Dies ist auch deshalb von großer Bedeutung, weil im Zuge der Wertstoffrückgewinnung der Heizwert der festen und flüssigen Reststoffe weiter abnehmen dürfte. Es besteht daher ein großes Interesse daran, den Abbrand bei geringerem Sauerstoffangebot zu steigern. Dies ist mit der Erfindung erreichbar.

Wenn zuviel Luft als Sauerstoffträger und Impulsspeicher für Vermischungsprozesse eingebracht wird, sinkt die Temperatur der Verbrennungsprodukte zwangsläufig, so daß tatsächlich in erheblichem Umfang Stützfeuerung eingesetzt werden muß, um die Temperatur-Verweilzeitbedingungen zu erfüllen. Es kommt dann zu der paradoxen Konzeption, daß zwar, dem Gebot der Wertstoffrückgewinnung folgend, Komponenten mit höherem Heizwert (z. B. Lösungsmittel) mit erheblichen Kosten und begrenzter Reinheit aus dem Abfall zurückgewonnen werden, daß jedoch stattdessen wertvolle Rohstoffe (Heizöl, Erdgas) eingesetzt werden müssen, um die erforderlichen Temperaturen in der Nachbrennkammer zu erreichen.

Dies wird mit der Erfindung, soweit möglich, vermieden.

Ein weiterer Aspekt, der sich im Verlauf umfangreicher experimenteller Untersuchungen gezeigt hat, ist der folgende:

Bei Primärluftzufuhr über die Feststoffaufgabe (Einlaufschurre) ist schon nach der halben Drehrohrlänge in der Nachbarschaft des Brennstoffbet-

tes nur noch ein schwacher Geschwindigkeitsgradient in der Gasphase festzustellen. Die Sauerstoffzufuhr in den austrittsseitigen Bereich des Brennstoffbettes im Drehrohr ist demnach beeinträchtigt. Im Gegensatz hierzu wird durch die Doppelwirbelkonfiguration nach der Erfindung auch noch in einem Bereich jenseits der halben Drehrohrlänge der Impuls- und Stoffaustausch und demzufolge auch der Sauerstoffeintrag sowie die groß-, mittel- und feinskalige Vermischung der Reaktionspartner stark angefacht. Durch einen beschleunigten Abtransport der gasförmigen Verbrennungsprodukte aus der Verbrennungszone wird auch der Abbrand an der Oberfläche des Brennstoffbettes positiv beeinflusst.

Die Erfindung ist im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch ein Drehrohrsystem nach der Erfindung;

Fig. 4 einen Querschnitt nach der Linie IV-IV in Fig. 3 und

Fig. 5 einen Querschnitt nach der Linie V-V in Fig. 3.

Gleiche Teile sind in den Figuren 3 bis 5 mit gleichen Bezugszeichen wie in den Figuren 1 und 2 bezeichnet.

Dargestellt ist in den Figuren 3 und 4 das Strömungsfeld, wie es sich bei Einblick in das im Uhrzeigersinn drehende (Pfeil f) Drehrohr 8 durch eine durchsichtig angenommene, nicht mit dem Drehrohr 8 mitdrehende Stirnwand 4 ergibt. Wenigstens zwei, und höchstens acht Primärluftdüsen 20, 22 durchsetzen den oberen Bereich der Stirnwand 4 unter einem Winkel α . Die Primärluft wird bei Betrachtung von der Stirnwand 4 her (Fig. 4) im wesentlichen tangential zu einem Kreis um die Drehrohrachse (A) durch die Primärluftdüsen 20, 22 (also hier nicht über die Einlaufschurre 2) eingeblasen, so daß zwei gegenläufige Wirbel 24, 26 mit zur Drehrohrachse (A) parallelen Drehachsen 25, 27 und Drehrichtungen erzeugt werden, die zu einem zentralen aufsteigenden Strom in gleicher Richtung wie die thermikinduzierte Bewegung der Brenngase führt (Doppelpfeil T, F). Die Primärluft heizt sich auf ihrem Weg zum Brennstoffbett 10 durch Zumischung rezirkulierender Verbrennungsgase auf (Fig. 4), und facht das Feuer von beiden Seiten des Brennstoffbettes 10 her an.

Durch Variieren des Neigungswinkel α der Primärluftdüsen 20, 22 läßt sich die Steilheit oder Steigung der Wirbelspirale auf die Erfordernisse des jeweiligen Brennstoffbettes 10, wie den lokalen Sauerstoffbedarf, einstellen.

Um die Einmischung rezirkulierender Rauchgase in den Primärluftstrahl im Betrieb variieren zu können, ist es möglich, jede der zwei bis acht

Primärluftdüsen 20, 22 mit einem einstellbaren Drallerzeuger (verstellbares Dralleitgitter) auszurüsten. Während ein in sich unverdrallter Primärluftstrahl vergleichsweise gut gebündelt bleibt und mit erheblichem Impuls in das Brennstoffbett 10 eindringt, was mit einem verstärkten Funkenflug einhergehen kann, wird sich ein Primärluftstrahl mit zunehmendem Eigendrall durch Verbrennungsgas-zumischung abschwächen.

Hiermit ist eine Anpassung an die Erfordernisse des Brennstoffbettes 10 mit geringem Aufwand möglich.

Unter bestimmten Voraussetzungen kann auch ein Mischbetrieb vorteilhaft sein, bei dem ein gewisser Prozentsatz der Primärluft wie bisher über die Festbrennstoffaufgabe (Einlaufschurre 2 gemäß Fig. 1) in das Drehrohr 1 eingeleitet wird. Dies gilt insbesondere für eine Vermeidung des Eintrages aufgewirbelter Partikel in die Einlaufschurre 2.

Ferner ist auch die Nutzung eines vom Stirnwandbrenner (nicht gezeigt) eingebrachten Impulses für die Erzeugung der "Doppelwirbel" 24, 26 unter gewissen Randbedingungen vorteilhaft.

Da das wie beschrieben aufgebaute "Doppelwirbelsystem" nach der Erfindung auch noch im stirnwandfernen Drehrohrende am Drehrohraustritt 9 einen relevanten Drall aufweist, ist es sinnvoll, die in diesem Wirbelsystem steckende Bewegungsgröße für Vermischungsprozesse in der Nachbrennkammer 6 zu nutzen. In konsequenter Verfolgung der Grundidee sind daher auch die am Übergang von Drehrohr 1 zur Nachbrennkammer 6 bzw. in der Nachbrennkammer 6 eingesetzten Brenner bzw. Mischluftdüsen 30, 32, 33 derart angeordnet, daß mit ihnen die schon bestehende Mischungstendenz durch den aus dem Drehrohr 1 austretenden Doppelwirbel 24, 26 verstärkt wird, so daß gegenläufige Wirbel 34, 36 auch in der Nachbrennkammer 6 vorhanden sind. Für die Anordnung von Brennern und Mischluftdüsen 30, 32, 33 in der Nachbrennkammer 6 ist es von entscheidender Bedeutung, die einzelnen Impulsquellen nicht zu schwach auszuführen. Die Zahl der Brenner oder Mischluftdüsen darf daher nicht zu groß gewählt werden. Als bevorzugte Konfiguration dürfte sich eine Anordnung von mindestens drei Brennern gemäß Fig. 5 oder umgekehrt, das heißt mit nur einem mittigen Brenner 33 auf der Drehrohrseite und zwei Brennern 30, 33 auf der drehrohrfernen Seite (Wand 7) der Nachbrennkammer 6, bewähren.

Zweckmäßigerweise wird die Konfiguration von drei Düsen oder Brennern 30, 32, 33 in einer gemeinsamen horizontalen Ebene E1 angeordnet (Fig. 3).

Es kann zur Unterstützung des Wirbelbildungseffektes auch von Vorteil sein, in der Nachbrennkammer 6 mehrere solche Sätze von zum Beispiel

je drei Brennern bzw. Mischluftdüsen über die Höhe der Nachbrennkammer 6 verteilten parallelen Ebenen anzuordnen, wie durch eine zweite Ebene E2 in Fig. 3 angedeutet.

Patentansprüche

1. Drehrohrföfen mit Primärlufteinleitung an der Stirnwand des Drehrohres, dadurch **gekennzeichnet**, daß mindestens zwei Primärluftdüsen (20, 22) so zueinander und zum Brennstoffbett (10) gerichtet sind, daß zwei gegenläufige Wirbel (24, 26) im Drehrohr (8) erzeugt werden, deren Drehachsen (25, 27) im wesentlichen parallel zur Achse (A) des Drehrohres verlaufen und die um diese Drehachsen (25, 27) so drehen, daß sie die thermikinduzierte Bewegung (Pfeil T) der Brenngase unterstützen.
2. Drehrohrföfen mit Nachbrennkammer nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß durch geeignete Anordnung und Ausrichtung von Zusatzbrennern oder Mischluftdüsen (30, 32, 33) in der Nachbrennkammer (6) die aus dem Drehrohr (1) auslaufenden beiden gegenläufigen Wirbel (24, 26) verstärkt werden.
3. Drehrohrföfen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß maximal acht Primärluftdüsen (20, 22) die Stirnwand (4) des Drehrohres (1) unter einem Winkel (α) durchsetzen.
4. Drehrohrföfen nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Primärluftdüsen (20, 22) einzeln zu- bzw. abschaltbar sind.
5. Drehrohrföfen nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Primärluftdüsen (20, 22) auf einem Kreisbogen oder einem ähnlichen geometrischen Ort in der oberen Hälfte der Stirnfläche (4) des Drehrohres (1) angeordnet sind.
6. Drehrohrföfen nach einem der Ansprüche 1, 3, 4 oder 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Winkel (α) der Primärluftdüsen (20, 22) bezüglich der Stirnwand des Drehrohrföfens zur Anpassung an die Bedürfnisse des Feuers im Bereich zwischen 45° - 80° variabel ist.
7. Drehrohrföfen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Primärluftdüsen (20, 22) in der Stirnwand (4) des Drehrohres (1) um ihre Längsachse drehbar sind, um das Drehmoment des Primärluftstrahles bezüglich der Drehrohrachse (A) variieren können.

8. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Primärluftdüsen (20, 22) so angeordnet und gerichtet sind, daß die Primärluft gegenläufig tangential zu einem Kreisbogen oder dgl. um die Achse (A) des Drehrohres (8) eingeblasen wird. 5
9. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß je ein verstellbares Leitrad mit variablen Drall in jede Primärluftdüse (20, 22) eingebaut ist, um die Einmischung rezirkulierter Verbrennungsgase anzupassen. 10
10. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß Primärluft zusätzlich über eine Einlaufschurre (2) zugeführt wird, welche zum Einbringen von Brennstoffen dient, um einen Mischbetrieb zu ermöglichen. 15 20
11. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 1 bis 10 dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Stirnwandbrenner so angeordnet und gerichtet wird, daß er die Wirbelbildung gezielt mitbeeinflußt, um einen Mischbetrieb zu ermöglichen. 25
12. Drehrohrofen mit Nachbrennkammer nach Anspruch 2, 10 oder 11 dadurch **gekennzeichnet**, daß wenigstens ein Brenner und/oder eine Mischluftdüse (33) in der dem Drehrohraustritt (9) gegenüberliegenden Wand (7) der Nachbrennkammer (6) angeordnet ist. 30
13. Drehrohrofen mit Nachbrennkammer nach einem der Ansprüche 2, 10, 11 oder 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei Brenner bzw. Mischluftdüsen (30, 32) am Umfang der Nachbrennkammer (6) angeordnet sind, um paarweise das symmetrische Doppelwirbelsystem mit den gegenläufigen Wirbeln (24, 26) in der Nachbrennkammer (6) zu verstärken. 35 40
14. Drehrohrofen mit Nachbrennkammer nach einem der Ansprüche 2, 10, 11, 12 oder 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Brenner bzw. Mischluftdüsen (30, 32, 33) einzeln zu- bzw. abschaltbar sind. 45
15. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Brenner und/oder Mischluftdüsen (30, 32, 33) in einer horizontalen Ebene (E1) angeordnet sind. 50
16. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 13, 14 oder 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß mehrere Sätze Brenner und/oder Mischluftdüsen in über die Höhe der Nachbrennkammer (6) verteilten parallelen Ebenen (E1, E2) angeordnet sind. 55

Fig. 1

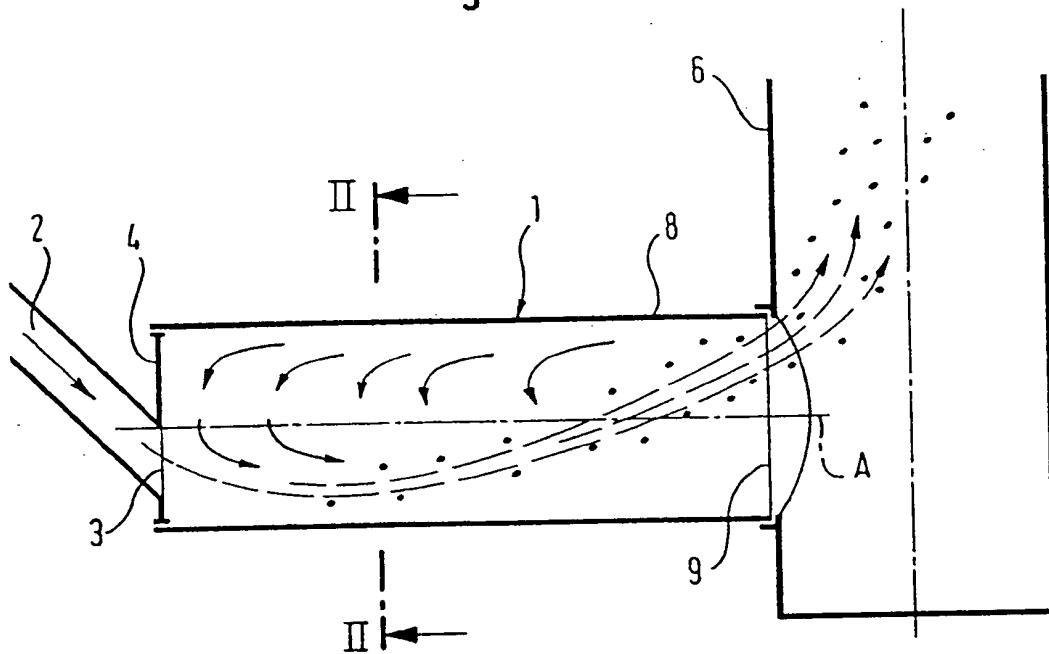
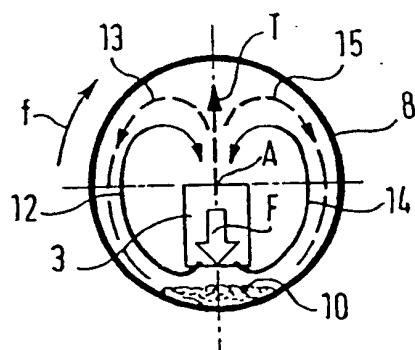
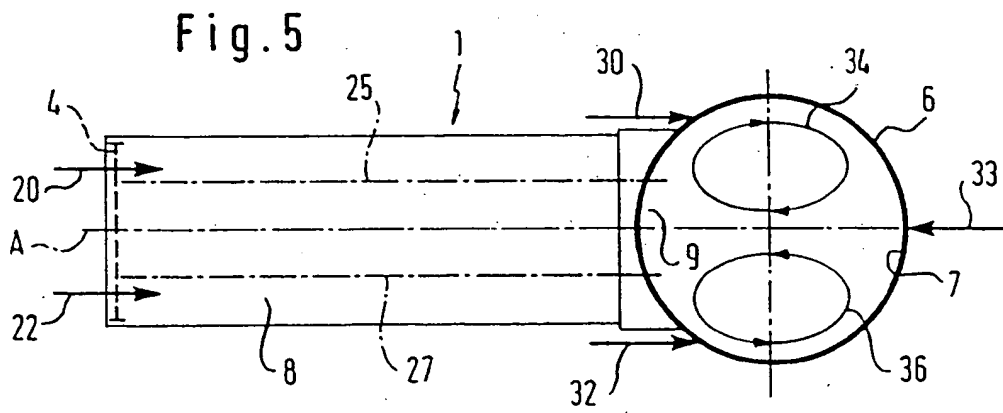
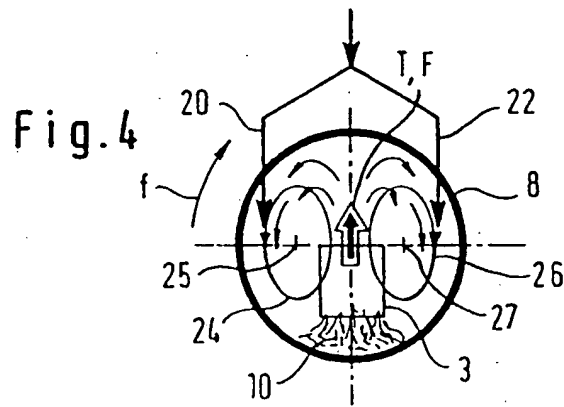
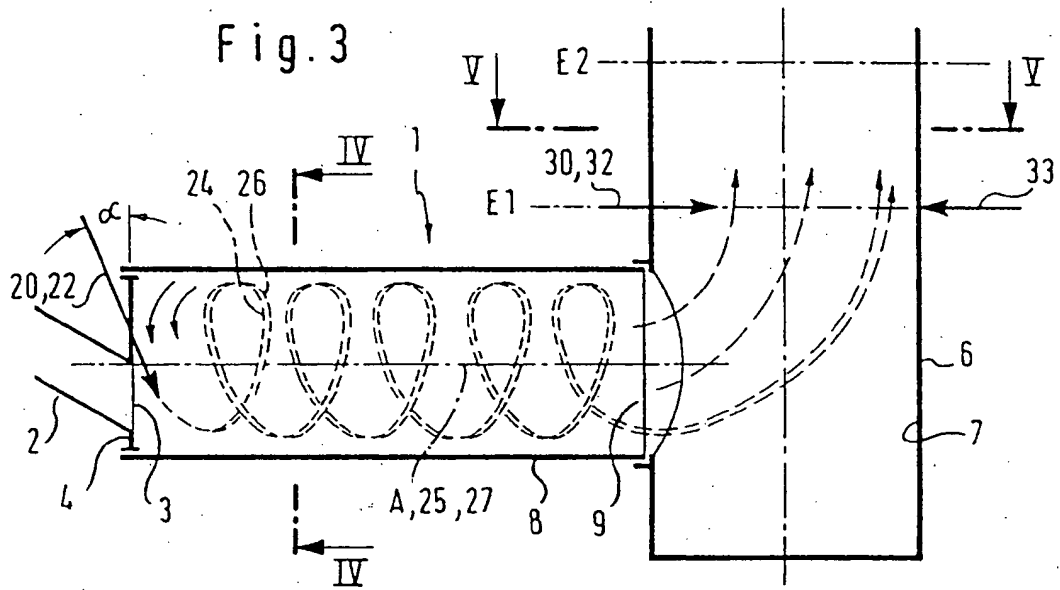


Fig. 2







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 11 0401

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 353 491 (W+E UMWELTTECHNIK) * Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 23 * * Abbildung 1 *	1	F23G5/20 F23G5/16 F27B7/36
A	DE-A-3 826 894 (BÖHLER) * Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 4, Zeile 31 * * Abbildung 1 *	1	
A	US-A-3 360 250 (MALMBERG) * Spalte 2, Zeile 27 - Zeile 49 * * Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 27 OKTOBER 1993	Prüfer LEITNER J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			